

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-174790
(P2003-174790A)

(43)公開日 平成15年6月20日(2003.6.20)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 2 P 6/12

識別記号

F I

H 0 2 P 6/02

キーワード(参考)

3 7 1 D 5 H 5 6 0

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-371240(P2001-371240)

(22)出願日 平成13年12月5日(2001.12.5)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 島井 孝史

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74)代理人 100081776

弁理士 大川 宏

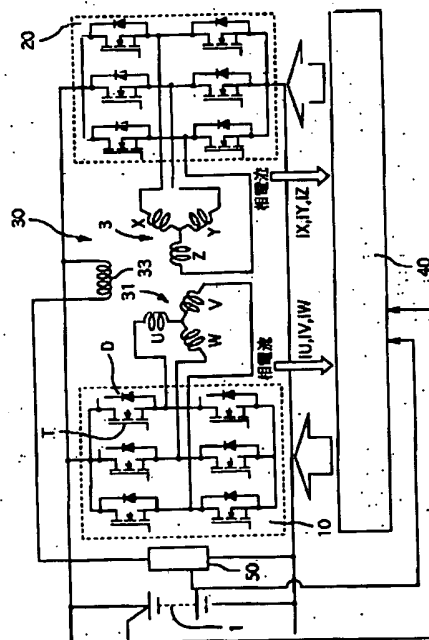
Fターム(参考) 5H560 AA08 BB04 BB07 EB01 GG04
JJ01 JJ12 JJ13 SS02 XA17

(54)【発明の名称】 車両用同期電動機装置

(57)【要約】

【課題】信頼性向上又は磁気騒音低減又は損失低減又はスイッチングノイズ電圧低減を実現した三相インバータ回路駆動の車両用同期電動機装置を提供すること。

【解決手段】一つの車両用同期電動機3の一对の三相電機子巻線31、32を一对の三相インバータ回路10、20で個別に駆動制御する。これにより、一方の三相インバータ回路の動作が不調となってもそれを停止させ残る三相インバータ回路でなんら問題なく車両用同期電動機を運転することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】周方向所定ピッチでスロットおよびティースが交互に形成された固定子鉄心の互いに隣接する前記スロットに別々に巻装された一対の前記三相電機子巻線を有する一つの車両用同期電動機と、前記三相電機子巻線に前記車両用同期電動機の回転子の回転に同期した回転ベクトル電流を個別に通電して前記車両用同期電動機を駆動する一対の三相インバータ回路と、前記三相インバータ回路の各スイッチング素子をPWM制御することにより前記各三相インバータ回路がそれぞれ発生する前記回転ベクトル電流を個別に制御して前記車両用同期電動機に所望のトルクを発生させる制御部と、を備えることを特徴とする車両用同期電動機装置。

【請求項2】請求項1記載の車両用同期電動機装置において、

前記三相電機子巻線は星形巻線からなり、前記三相電機子巻線の中性点は非接続であることを特徴とする車両用同期電動機装置。

【請求項3】請求項2記載の車両用同期電動機装置において、

前記三相インバータ回路は、

前記三相電機子巻線に前記車両用同期電動機の回転子の回転に同期し、前記隣接スロット間のスロットピッチに相当する電気角だけずれた回転ベクトル電流を個別に通電して前記車両用同期電動機を駆動することを特徴とする車両用同期電動機装置。

【請求項4】請求項1ないし3のいずれか記載の車両用同期電動機装置において、

前記制御部は、

所定レベル以下の小出力運転時に前記三相インバータ回路の一方が出力する前記回転ベクトル電流を遮断することを特徴とする車両用同期電動機装置。

【請求項5】請求項1ないし3のいずれか記載の車両用同期電動機装置において、

前記制御部は、

前記三相インバータ回路の一方の所定相のスイッチング素子がオフ故障した場合に、前記三相インバータ回路の他方のスイッチング素子のPWMデューティ比を変更して、三相インバータ回路の一方の前記スイッチング素子のオフ故障による電機子電流の非対称性増大を抑止することを特徴とする車両用同期電動機装置。

【請求項6】請求項1ないし3のいずれか記載の車両用同期電動機装置において、

前記制御部は、

前記三相インバータ回路の一方の所定相のスイッチング素子がオン故障した場合に、前記三相インバータ回路の一方を制御して前記オン故障による不所望な電流が前記三相電機子巻線に流れるのを抑止し、残る他方の前

記三相インバータ回路の運転を継続することを特徴とする車両用同期電動機装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両用同期電動機装置又は車両用同期発電電動機装置に関する。

【0002】

【従来の技術および 発明が解決しようとする課題】車両走行用動力や補機駆動動力を発生するための回転電機として構造が簡素で効率が高い三相同期電動機を用いられている。

【0003】車両用の三相同期電動機では電源としてバッテリーを用いるため、三相同期電動機（三相ブラシレス電動機）に給電する三相交流電力は三相インバータ回路のPWM制御により形成するのが通常である。

【0004】従来の三相インバータ回路駆動の三相同期電動機装置では、波巻き法などで巻装される分散巻き電機子巻線が一般に採用されるが、この場合、電機子コア（固定子コア）の互いに隣接するスロットに異相の電機子電流が流れるようにすることにより同一の界磁極に直面する各ティースがそれぞれ異なる磁極となるように設定する場合（1相1極当たり電機子磁極1）や、互いに隣接する二つのスロットに同相の電機子電流が流れるようにすることにより同一の界磁極に直面しつつ互いに隣接する二つのスロットが同相の磁極となるように設定する場合（1相1極当たり電機子磁極2）などがある。

【0005】ところが、従来の三相インバータ回路駆動の車両用同期電動機装置では、製造コストの大幅な増大なしに信頼性の更なる向上、磁気騒音、損失、スイッチングノイズ電圧の更なる低減を実現することが強く要求されていた。

【0006】本発明は、上記要求の一部又は全部を満足する車両用同期電動機装置を提供することを、その目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の車両用同期電動機装置は、周方向所定ピッチでスロットおよびティースが交互に形成された固定子鉄心の互いに隣接する前記スロットに別々に巻装された一対の前記三相電機子巻線を有する一つの車両用同期電動機と、前記三相電機子巻線に前記車両用同期電動機の回転子の回転に同期した回転ベクトル電流を個別に通電して前記車両用同期電動機を駆動する一対の三相インバータ回路と、前記三相インバータ回路の各スイッチング素子をPWM制御することにより前記各三相インバータ回路がそれぞれ発生する前記回転ベクトル電流を個別に制御して前記車両用同期電動機に所望のトルクを発生させる制御部とを備えることを特徴としている。

【0008】すなわち、本構成によれば、一対の三相インバータ回路により同一の車両用同期電動機の一対の三

相電機子巻線に個別給電する構成を採用しているため、次の効果を奏することができる。

【0009】まず、何らかの原因で一方の三相インバータ回路の動作が不調となってもそれを停止させ残る三相インバータ回路でなんら問題なく車両用同期電動機を運転することができるので、装置の信頼性を大幅に改善することができる。たとえば、車両用走行動力を発生する車両用同期電動機（簡単に走行モータともいうものとすると）、当然のことながらきわめて優れた信頼性が要求される。三相インバータ回路の故障や三相電機子巻線の断線などにより、突然、走行モータが駆動不能となると大きな事故が生じる可能性がうまれる。これに対して、本発明では、三相電機子巻線とそれを駆動する三相インバータ回路とを二組備えているので、たとえどちらか一組が動作不良となっても、全く問題なく走行運転が可能となり、車両走行安全性は格段に向上する。なお、当然のことではあるが、片方の三相インバータ回路で車両用同期電動機を駆動する場合、車両用同期電動機の最大出力は低下する。しかし、走行モータを含む種々の車両用同期電動機において、全負荷で運転するのはまれであり、通常は部分負荷運転されている。この部分負荷運転中においては、片方の三相電機子巻線への通電が不調となっても、残る一方の三相インバータ回路のデューティ比、又は、平均出力電流、又は、PWM制御されるそのスイッチング素子の実質的に通電が行われる時間などを増大させることにより、車両用同期電動機に同じトルクを発生させることができる。

【0010】また、本構成では、両三相インバータ回路のスイッチング素子のオン、オフタイミングをずらせることにより、三相インバータ回路が発生するスイッチングサージノイズ電圧を低減することができる。

【0011】また、本構成では、大出力モータ用の三相インバータ回路を低コストで実現することができる。更に詳しく説明すると、三相インバータ回路の各スイッチング素子は、半導体チップにより構成されるが、半導体チップ一個の面積には主として歩留まり上の理由によって一定の限界があり、チップ面積の増加は歩留まりの低下により大幅な製造コストの上昇を招く。半分の面積の半導体チップを2個並列に用いることによりトータルコストを低減することが考えられるが、2個の半導体チップを並列使用する場合、両半導体チップの特性差特にオン抵抗値に差があると、両半導体チップに均等に電流が分割されず、オン抵抗が小さい側の半導体チップに電流が集中してしまう。よく知られているように、半導体チップの発熱すなわち電力損失はこのオン抵抗×電流の二乗に比例するため、両半導体チップ間の発熱にばらつきが生じて両者間の温度に差が生じてしまう。このため、2個の半導体チップを並列使用する場合には、並列接続される2半導体チップのオン抵抗を十分に揃える必要があり、また、配線抵抗も同様に等しく揃える必要があ

り、設計、製造が面倒となる。これに対して、本発明では、2個の半導体チップを用いるのは上記と同様であるが、各半導体チップは互いに異なる相巻線を駆動するので、上記したオン抵抗のばらつきによる電流の集中は生じることがなく、上記した面倒は生じることがない。

【0012】好適な態様1において、前記両三相電機子巻線は星形巻線からなり、前記両三相電機子巻線の中性点は非接続である。

【0013】すなわち、これら両中性点が短絡された場合、両三相インバータ回路が同位相で運転すると上記した二つのスイッチング素子の並列運転となり、電気角30度ずれて運転すると6相運転となるが、これらの中性点短絡駆動ではもし一つのスイッチング素子がオン故障（常時オン状態となる故障）すると正常に車両用同期電動機を運転することは困難となる。これに対して、これらの中性点間を分離すればたとえ片方の三相インバータ回路の一つのスイッチング素子がオン故障しても、この片方の三相インバータ回路を停止させ、残る一つの三相インバータ回路を正常に運転することによりなんら問題なしに車両用同期電動機を駆動することができる。このとき、片方の三相インバータ回路を停止して電機子電流が減った分は、残るもう一方の三相インバータ回路のPWMデューティ比やPWM制御されるそのスイッチング素子の実質的に通電が行われる時間を増大させればよく、大出力運転以外ではなんら問題が生じることがない。

【0014】好適な態様1の一態様である態様2において、前記両三相インバータ回路は、前記両三相電機子巻線に前記車両用同期電動機の回転子の回転に同期し、前記隣接スロット間のスロットピッチに相当する電気角だけずれた回転ベクトル電流を個別通電して前記車両用同期電動機を駆動する。

【0015】すなわち、本構成では、たとえば二つの三相電機子巻線を構成する各相巻線をU、X、-V、-Y、W、Z、-U、-X、V、Y、-W、-Zの順にスロット配置することができる。U、V、Wは第一の三相電機子巻線の相巻線であり、X、Y、Zは第二の三相電機子巻線の相巻線である。U、Xは電気角30度（ $\pi/6$ ）ずれた電圧を印加され、電機子鉄心に互いに電気角30度ずれて互いに隣接する二つのスロットに個別に巻装されている。V、Yは電気角30度ずれた電圧を印加され、電機子鉄心に互いに電気角30度（ $\pi/6$ ）ずれて互いに隣接する二つのスロットに個別に巻装されている。W、Zは電気角30度（ $\pi/6$ ）ずれた電圧を印加され、電機子鉄心に互いに電気角30度ずれて互いに隣接する二つのスロットに個別に巻装されている。

【0016】更に説明すれば、前述した1相1極当たり電機子磁極2の巻線構造では、隣接する2スロットに同じ相巻線が巻装される。この構造は、本質的にスロット数を半分にして1スロットに2倍の相巻線を巻装するの

と同じであるが、ティース数も半分となるので空間的な磁束の流れの歪みが大きくなり、その分だけ磁気騒音が増大する。1相1極当たり電機子磁極2の巻線構造によりこれが改善される。しかし、本構成では、三相電機子巻線の各相巻線へ通電される電流の位相と各相巻線の空間配置が更に一層一致するので、電流磁界の高調波成分が低減されるため、前述した1相1極当たり電機子磁極2の巻線構造よりも磁気騒音を更に低減することができる。

【0017】また、三相インバータ回路の各スイッチング素子の1回のスイッチングで断続されるスイッチング電流が半減するので、三相インバータ回路の直流電源ラインに生じるスイッチングサージ電圧を大幅に低減することができ、平滑コンデンサを小型化し、その損失、発熱を低減することかできる。

【0018】好適な態様3において、前記制御部は、所定レベル以下の小出力運転時に前記両三相インバータ回路の一方が出力する前記回転ベクトル電流を遮断する。

【0019】このようにすれば、三相インバータ回路のPWMデューティ比又は平均出力電流の絶対値が小さい小負荷運転において、三相インバータ回路の損失をより低減して装置効率を向上することができる。この点について以下に更に詳しく説明する。

【0020】三相インバータ回路の電力損失は、三相インバータ回路を構成する各スイッチング素子の完全オン状態における抵抗損失aと、各スイッチング素子のオン状態からオフ状態への過渡期間およびオフ状態からオン状態への過渡期間における抵抗損失bとの合計である。

【0021】小負荷運転において、一つの三相インバータ回路を運転する場合と、一つの三相インバータ回路のデューティ比（又はそのスイッチング素子の実質的な通電時間）を増大して同等の電機子電流を得る場合とを比較する。後者の場合には、オンされるスイッチング素子数は半減するが、スイッチング素子一個当たりの実質的な通電時間はその分だけ延長されるので上記抵抗損失aはほぼ同じとなる。しかし、後者の場合は、スイッチング素子のオンオフ回数が半減されるので抵抗損失bを約半減することができる。なお、この抵抗損失bは、電流は小さくなるものの上記過渡期間にチャンネル抵抗（一对の主電極の内部抵抗）が非常に大きくなるために生じるものである。

【0022】好適な態様4において、前記制御部は、前記両三相インバータ回路の一方の所定相のスイッチング素子がオフ故障した場合に、前記両三相インバータ回路の他方のスイッチング素子のPWMデューティ比を変更してその実質的な通電時間を増大させ、三相インバータ回路の一方の前記スイッチング素子のオフ故障による電機子電流の非対称性増大を抑止する。

【0023】すなわち、本構成によれば、何らかの原因で一方の三相インバータ回路のどれかのスイッチング素

子がオフ故障（常にオフ状態となる故障）しても、次の二つの方法で支障なく運転を継続することができる。

【0024】一の方法は、オフ故障した方の三相インバータ回路を停止する（各スイッチング素子を通じて電流が流れないようにする）ことにより、健全な方の三相インバータ回路のデューティ比を増大することにより支障なく運転を継続することができる。この方法は、特に部分負荷運転時に効果的である。

【0025】他の方法は、オフ故障していない方の所定の二つの相のスイッチング素子のデューティ比又は実質的な通電時間を増大させることにより、等価的にオフ故障したスイッチング素子のオンによるベクトル電流と等しいベクトル電流を発生させるものである。

【0026】このようにすれば、三相インバータ回路のスイッチング素子のオフ故障の影響を最小限に押さえることができる。

【0027】好適な態様5において、前記制御部は、前記両三相インバータ回路の一方の所定相のスイッチング素子がオン故障した場合に、前記両三相インバータ回路の一方を制御して前記オン故障による不所望な電流が前記三相電機子巻線に流れるのを抑止し、残る他方の前記三相インバータ回路の運転を継続する。

【0028】すなわち、本構成によれば、何らかの原因で一方の三相インバータ回路のどれかのスイッチング素子がオン故障（常にオン状態となる故障）しても、他の三相インバータ回路のみをデューティ比又はそのスイッチング素子の実質的な通電時間を増大させて運転し、オン故障した方の三相インバータ回路を停止する（各スイッチング素子を通じて電流が流れないようにする）ことにより、支障なく運転を継続することができる。

【0029】

【発明を実施するための態様】本発明の車両用同期電動機装置の好適な実施態様を以下の実施例を参照して説明する。

【0030】

【実施例】本発明の三相ブラシレスDCモータ用インバータ装置の回路構成を図1に示す。

【0031】（構成）1はバッテリー、10は第一の三相インバータ回路、20は第二の三相インバータ回路、30は車両用走行モータをなす界磁巻線型の三相同期発電電動機、40はコントローラ（制御部）、50は界磁電流制御回路である。なお、この実施例では、界磁巻線型の三相同期発電電動機を用いたが、界磁磁石型の三相同期発電電動機やリラクタンストルク型の三相同期発電電動機を用いてもよく、補機駆動などにおいては電動機専用としてもよい。

【0032】三相インバータ回路10、20は、MOSトランジスタTをスイッチング素子とする通常の三相インバータ回路であって、周知の構成であるので詳細な説明は省略する。Dはフライホイールダイオードである。三

相インバータ回路10、20はバッテリー1から直流電力を給電されている。

【0033】30は、第一の三相電機子巻線31と、第二の三相電機子巻線32と、界磁巻線33とを有しており、三相電機子巻線31は三相インバータ回路10により駆動され、三相電機子巻線32は三相インバータ回路20により駆動されている。三相電機子巻線31はU相巻線U、V相巻線V、W相巻線Wを星形接続して構成されており、三相電機子巻線32はX相巻線X、Y相巻線Y、Z相巻線Zを星形接続して構成されている。後述するように通常の制御では、U相巻線UはX相巻線Xよりも電気角 θ ($=\pi/6$) だけ進んだ三相交流電圧を印加され、V相巻線VはY相巻線Yよりも電気角 θ ($=\pi/6$) だけ進んだ三相交流電圧を印加され、W相巻線WはZ相巻線Zよりも電気角 θ ($=\pi/6$) だけ進んだ三相交流電圧を印加される。U相巻線U、V相巻線V、W相巻線W、X相巻線X、Y相巻線Y、Z相巻線Zは、図示しない電機子(固定子)鉄心の内周に形成された所定偶数個のスロットに、U、X、-V、-Y、W、Z、-U、-X、V、Y、-W、-Zの順番で巻装されている。すなわち、この実施例では、互いに隣接する合計12個のスロットが電気角 2π を占有しており、1スロットピッチは θ ($=\pi/6$) に設定されている。図示しない三相同期電動機30の回転子の界磁極の一ピッチは π とされている。

(動作) 界磁電流制御回路50は、コントローラ40により制御されて、界磁巻線30に通電する界磁電流の大きさをPWM制御するスイッチング素子(図示せず)を内蔵している。この種の界磁電流制御の詳細は本質的に通常の自動車用発電機と同じであるので、詳細説明は省略する。

【0034】コントローラ40は、図示しない電流センサにより検出した各相巻線U、V、W、X、Y、Zの電流(以下、相電流ともいう) i_u 、 i_v 、 i_w 、 i_x 、 i_y 、 i_z をq軸電流 i_q 、d軸電流 i_d に3相2相変換し、このq軸電流 i_q 、d軸電流 i_d とに外部トルク指令値にもとづいて各相巻線U、V、W、X、Y、Zに印加する相電圧のPWMデューティ比を制御する。好適には、外部トルク指令値に比例するq軸電流 i_q の目標値に収束するようにq軸電流 i_q の目標値と測定値との差に基づいてq軸電流 i_q をフィードバック制御し、d軸電流 i_d が0となるようにd軸電流 i_d をフィードバック制御する。この種の制御自体は周知であるので詳細な説明を省略する。電流センサとしては、ホール素子などの他、三相インバータ回路10、20の各下アームの電流検出用抵抗素子の電圧降下を計測する方法を採用してもよい。

【0035】以下、この実施例の特徴をなす制御動作を図2に示すフローチャートを参照して以下に説明する。この制御動作はコントローラ40により実行される。な

お、通常の状態では、各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w 、 i_x 、 i_y 、 i_z は位相が異なるだけでその波形は同じとされ、その周波数は図示しない回転角センサで検出され回転子の回転角度に同期するように制御されている。

【0036】まず、三相インバータ回路10、20の出力電流(トルクでもよい)が所定値以下かどうかを判定し(S100)、所定値を超えていればステップS104に進み、所定値以下であれば、一方の三相インバータ回路を停止し(すべてのスイッチング素子をオフとし)、残る他方の三相インバータ回路の平均出力電流がほぼ2倍となるようにそのPWMデューティ比の最大値を増大させる(S102)。

【0037】次のステップS104では、両三相インバータ回路10、20の各スイッチング素子(MOSTランジスタ)のオフ故障、オン故障の有無を判定する。この判定は、上記ホール素子で検出した両三相電機子巻線31、32の各相電流の異常をモニタすることにより、もしくは、両三相インバータ回路10、20の各相の下アーム電流をモニタすることにより簡単に検出することができる。たとえば、各三相インバータ回路10、20がPWM制御されている場合、どれかのスイッチング素子がオフ故障すれば、このオフ故障したスイッチング素子を通じて流れるべき電流が流れることがないのでそれを検出することによりこのオフ故障を検出することができる。また、各三相インバータ回路10、20が、0でない所定デューティ比でPWM制御されている場合、どれかのスイッチング素子がオン故障すれば、このオン故障したスイッチング素子を通じて流れてはいけぬ電流が流れるためそれを検出することによりこのオン故障を検出することができる。

【0038】次に、オフ故障又はオン故障があったかどうかを判定し(S106)、オフ故障又はオン故障がなければ図示しないメインルーチンへリターンし、あれば、オフ故障又はオン故障があった方の三相インバータ回路を停止し(すべてのスイッチング素子をオフとし)、残る他方の三相インバータ回路の平均出力電流がほぼ2倍となるようにそのPWMデューティ比の最大値を増大させる(S102)。

【0039】なお、上記説明では、界磁電流制御回路40の動作について説明しなかったが、界磁電流制御回路40は通常のオルタネータのレギュレータのように発電時にバッテリー電圧を一定とするための界磁電流制御などに用いることができる。

(作用効果) 以上説明したこの実施例の車両用同期電動機装置によれば、次の効果を奏することができる。

【0040】まず、何らかの原因で一方の三相インバータ回路の動作が不調(制御不能、スイッチング素子の故障)となってもそれを停止させ残る三相インバータ回路でなんら問題なく車両用同期電動機を運転することができるので、装置の信頼性を大幅に改善することができる。

る。

【0041】また、PWM制御される両三相インバータ回路のスイッチング素子のオン、オフタイミングをずらせることにより、三相インバータ回路が発生するスイッチングサージノイズ電圧を低減することができる。

【0042】また、実質6相駆動されるので、磁気騒音を低減することができる。もちろん、必要に応じて両三相インバータ回路10、20が出力する各相電圧間の位相角度を0としてもよい。

【0043】また、三相インバータ回路の各スイッチング素子当たりのスイッチング電流が半減するので、三相インバータ回路の直流電源ラインに生じるスイッチングサージ電圧を大幅に低減することができ、平滑コンデンサを小型化し、その損失、発熱を低減することかできる。

【0044】また、所定レベル以下の小出力運転時に片方の三相インバータ回路だけで運転が行われるので、スイッチング過渡期間の抵抗損失を低減することができる。

【0045】本発明では、スイッチング素子としてMOS-FETを採用したが、バイポーラトランジスタやIGBTを用いてもよいことはもちろんである。

(追加説明) 図1の三相インバータ回路10、20で用いるPWM制御法としては、種々の方式が知られている。その二例を図4、図5を参照して以下、説明を補足する。

【0046】図4は、第一のPWM制御における三相インバータ回路10、20の各スイッチング素子Tのゲート電圧波形を示す。三相インバータ回路10の下アーム側の3つのスイッチング素子は電気角 $2\pi/3$ ごとに順次切り替えられ、自己がオンするべき $2\pi/3$ 期間内は常時オンされている。三相インバータ回路10の上アーム側の3つのスイッチング素子はPWM制御される。三相インバータ回路20の下アーム側の3つのスイッチング素子は電気角 $2\pi/3$ ごとに順次切り替えられ、自己がオンするべき $2\pi/3$ 期間内は常時オンされている。三相インバータ回路20の上アーム側の3つのスイッチング素子はPWM制御される。

【0047】このようなPWM制御において、一方の三相インバータ回路のPWM制御を停止する場合に、残る他方の三相インバータ回路のPWMデューティ比を倍増すれば略同等の出力を得ることができる。

【0048】図5は、第二のPWM制御における三相インバータ回路10、20の各スイッチング素子Tのゲート電圧波形(1PWM周期分)を示す。この態様では、PWMデューティ比100%は相電圧振幅の正の最大値を示し、PWMデューティ比0%は相電圧振幅の負の最大値を示し、PWMデューティ比50%は相電圧振幅0を示す。図5では、U、X相電圧の振幅は約80%、V、Y相電圧の振幅は約40%、W、Z相電圧の振幅は

約20%となっている。1PWM周期は、PWMキャリア周波数が10kHzなら100 μ 秒とされる。

【0049】この態様では、1PWM周期は、図5に示すように7つの期間T1~T7をもつことができる。すなわち、T1、T7は、すべての上アーム側スイッチング素子がオフ、すべての下アーム側スイッチング素子がオンする期間である。T2、T6は、デューティ比がもっとも大きい相の上アーム側スイッチング素子がオンし、残る2相の下アーム側スイッチング素子がオンする期間である。T3、T5は、デューティ比がもっとも小さい相の下アーム側スイッチング素子がオンし、残る2相の上アーム側スイッチング素子がオンする期間である。T7は、すべての上アーム側スイッチング素子がオン、すべての下アーム側スイッチング素子がオフする期間である。

【0050】このようなPWM制御において、一方の三相インバータ回路のPWM制御を停止する場合に、残る他方の三相インバータ回路の各PWM周期において実質的にスイッチング素子が電流を通電する通電期間を延長するために、PWMデューティ比が50%を超えるスイッチング素子については元のデューティ比から50%を引いた差だけ、元のデューティ比(ゲート電圧がハイレベルである期間/1PWM周期)を倍増すればよく、PWMデューティ比が50%未満のスイッチング素子については元のデューティ比から50%を引いた差の絶対値だけ、元のデューティ比(ゲート電圧がハイレベルである期間/1PWM周期)から差し引けばよい。

【0051】その他、上述したトルク指令値に相当するq軸電流指令値 i_q と、q軸電流検出値 i_q' との差を0とするようにフィードバック制御する場合、一方の三相インバータ回路を停止する場合には残る他方の三相インバータ回路のトルク指令値を2倍に変更してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の車両用同期電動機装置を示す回路図である。

【図2】 図1に示す車両用同期電動機装置の制御例を示すフローチャートである。

【図3】 図1に示す車両用同期電動機装置の制御例を示すフローチャートである。

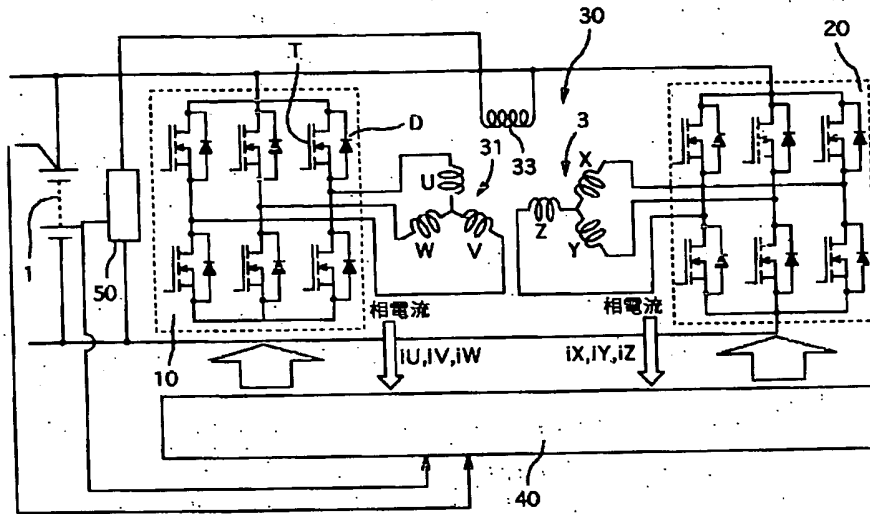
【図4】 図1に示す車両用同期電動機装置のPWM制御波形例を示すタイミングチャートである。

【図5】 図1に示す車両用同期電動機装置の制御波形例を示すタイミングチャートである。

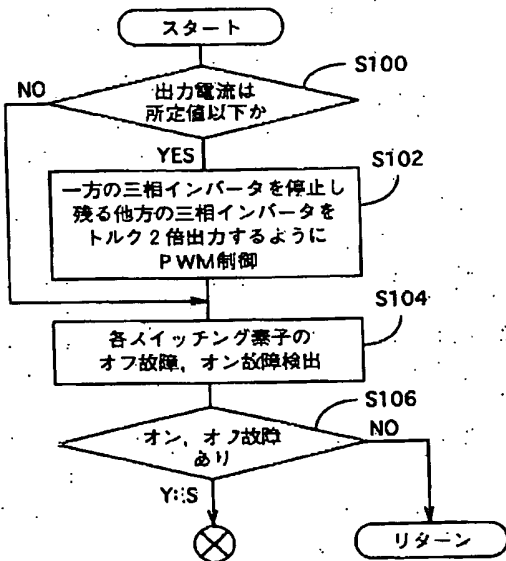
【符号の説明】

- 1 バッテリ
- 10 第一の三相インバータ回路
- 20 第二の三相インバータ回路
- 30 三相同期発電電動機
- 40 コントローラ(制御部)
- 50 界磁電流制御回路

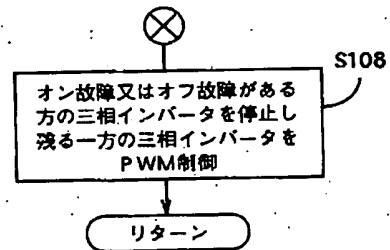
【図1】



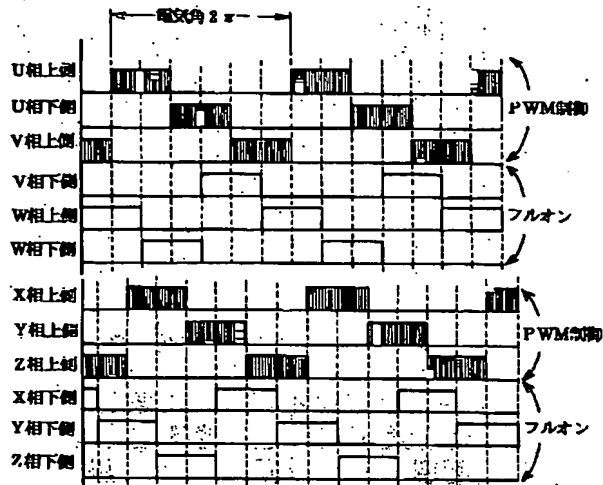
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

